

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU <sup>(11)</sup> 111 688 <sup>(13)</sup> U1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
(51) МПК  
[G01T 1/11 \(2006.01\)](#)

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 17.06.2015)  
Пошлина: учтена за 1 год с 10.06.2011 по 10.06.2012

(21)(22) Заявка: [2011123822/28](#), 10.06.2011(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
10.06.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.06.2011

(45) Опубликовано: [20.12.2011](#) Бюл. № 35

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,  
Центр интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Кортов Всеволод Семенович (RU),  
Никифоров Сергей Владимирович (RU),  
Горелова Елена Александровна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина" (RU)

## (54) ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ ДОЗИМЕТР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ В СМЕШАННЫХ ПОЛЯХ ИЗЛУЧЕНИЙ

(57) Реферат:

1. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, изготовленных из термолюминесцентного материала в виде анион-дефектного корунда  $Al_2O_3:C$  и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличающийся тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

2. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по п.1, отличающийся тем, что в первом детекторе дополнительно осуществляется функция накопления поглощенной дозы быстрых нейтронов.

3. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, изготовленных из термолюминесцентного материала в виде анион-дефектного корунда  $Al_2O_3:C$  и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличающийся тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

4. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, выполненных из

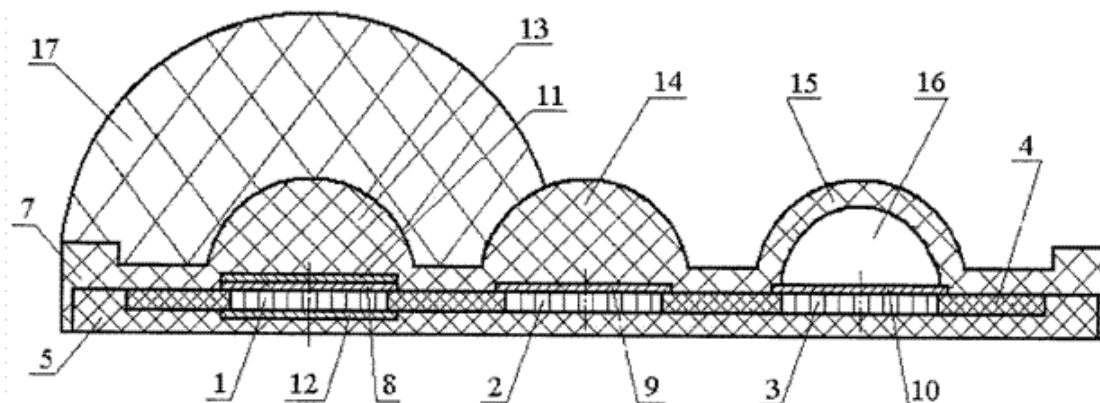
термолюминесцентного материала и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличающийся тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

5. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по п.4, отличающийся тем, что в качестве термолюминесцентного материала детекторов могут быть использованы материалы, взятые из ряда: допированный углеродом альфа-оксид алюминия  $Al_2O_3:C$ ; допированные фториды лития  $LiF:Mg, Ti$ ,  $LiF:Mg, Cu, P$ ,  $LiF:Mg, Ti$ ; допированные фториды кальция  $CaF_2:Dy$ ,  $CaF_2:Mn$ ; допированный тетраборат лития  $Li_2B_4O_7:Mn$ ; допированный сульфат кальция  $CaSO_4:Dy$ .

6. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по пп.4 и 5, отличающийся тем, что в первом детекторе дополнительно осуществляется функция накопления поглощенной дозы быстрых нейтронов.

7. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличающийся тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

8. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по п.7, отличающийся тем, что в качестве термолюминесцентного материала детекторов могут быть использованы материалы, взятые из ряда: допированный углеродом альфа-оксид алюминия  $Al_2O_3:C$ ; допированные фториды лития  $LiF:Mg, Ti$ ,  $LiF:Mg, Cu, P$ ,  $LiF:Mg, Ti$ ; допированные фториды кальция  $CaF_2:Dy$ ,  $CaF_2:Mn$ ; допированный тетраборат лития  $Li_2B_4O_7:Mn$ ; допированный сульфат кальция  $CaSO_4:Dy$ .



Полезная модель относится к детекторам излучения и предназначена для одновременного контроля поглощенной дозы нейтронного, гамма- и бета-излучения. Может быть использована в индивидуальной и клинической дозиметрии, при мониторинге радиационной обстановки на ядерных реакторах, ускорителях, в лабораториях и на производствах с источниками заряженных частиц.

Известен термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях, состоящих из нейтронного и гамма-излучений [Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, doi:10.1016/j.nima.2010.08.007, available online 10 August 2010, B. Mukherjee et al., A cost effective, highly sensitive, passive neutron fluence monitor for nuclear contraband detection]. Рассматриваемый термолюминесцентный дозиметр содержит два детектора, выполненных из допированного углеродом альфа-оксида алюминия (ТЛД-500). Первый детектор со всех сторон покрыт фольгой из гадолиния толщиной 0,2 мм, второй детектор свободен от фольги гадолиния, а для сохранения таких же внешних габаритов, как и у первого детектора, включает распорные картонные детали соответствующих размеров. Оба детектора (включая гадолиниевую фольгу первого детектора)

дополнительно накрыты со всех сторон слоями свинца и помещены в цилиндрический корпус (диаметр 18 см, длина 18 см), выполненный из полиэтилена. В описанной конструкции детекторы подвержены воздействию гамма-излучения, проникающего к ним извне через фольгу из гадолиния, картонные детали, слой свинца и полиэтиленовый корпус. При этом оба детектора осуществляют функцию накопления поглощенной дозы гамма-излучения, поступающего к детекторам из окружающей среды.

Накрытие первого из детекторов фольгой из гадолиния обеспечивает преобразование в нем поступающих из окружающей среды тепловых нейтронов (с энергией менее 1 Мэв), в дополнительное гамма-излучение, соответственно увеличивающее величину поглощенной дозы первого детектора и характеризующее уровень действующих в окружающей среде тепловых нейтронов. То есть, первый детектор осуществляет как функцию накопления поглощенной дозы гамма-излучения, так и функцию накопления поглощенной дозы, соответствующей нейтронному излучению. Размещение детекторов в полиэтиленовом корпусе обеспечивает замедление в нем имеющихся в окружающей среде быстрых нейтронов (с энергией более 1 Мэв), то есть, превращение их в тепловые нейтроны, которые также вызывают увеличение гамма-излучения слоя фольги из гадолиния, увеличивающее величину поглощенной дозы первого детектора на величину, отражающую уровень действующих в окружающей среде быстрых нейтронов. Это позволяет проводить более полное измерение поглощенной дозы нейтронного излучения, включающего как тепловые, так и быстрые нейтроны.

Накрытие обоих детекторов слоем свинца, частично поглощающего внешнее гамма-излучение, обеспечивает снижение в обоих детекторах поглощенной дозы от внешнего гамма-излучения, увеличивая относительную долю поглощенной дозы нейтронного излучения.

Путем вычитания величины поглощенной дозы второго детектора из величины поглощенной дозы первого детектора обеспечивается возможность измерения поглощенной дозы нейтронного излучения и подачи сигнала о наличии нейтронного излучения, превышающего заданный уровень, для чего и предназначен этот дозиметр.

Недостатком рассмотренного термолюминесцентного дозиметра является отсутствие возможности измерения поглощенной дозы бета-излучения в случае его присутствия в смешанном поле излучения.

Известен также термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях, состоящих из рентгеновского, гамма- и бета-излучений [«Дефектоскопия», 1996, № 9, стр.92-95, В.С.Кортов и др., Термолюминесцентная дозиметрическая система «САПФИР-001»]. Дозиметр содержит четыре плоских детектора в виде таблеток [«Дефектоскопия», 1996, № 9, стр.94, рис.2], закрепленных в отверстиях алюминиевой карты (ТЛД-карта). Каждая таблетка выполнена из монокристалла нестехиометрического оксида алюминия (ТЛД-500, ТУ 2655-006-02069208-95). Первый и второй детекторы осуществляют функцию накопления поглощенной дозы рентгеновского и гамма-излучения, то есть, фотонных излучений, поступающих к детекторам из окружающей среды. Третий и четвертый детекторы осуществляют функцию накопления поглощенной дозы рентгеновского, гамма- и бета-излучений, поступающих к детекторам из окружающей среды. Величина поглощенной дозы первого и второго детектора характеризует уровень действующих в окружающей среде рентгеновского и гамма-излучений (фотонных излучений), а разница между величинами поглощенной дозы первого и третьего (или второго и четвертого) детекторов отражает величину действующего в среде бета-излучения.

Недостатком рассмотренного термолюминесцентного дозиметра является отсутствие возможности измерения поглощенной дозы нейтронного излучения, это ограничивает область использования дозиметра.

Известен также термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях, состоящих из нейтронного, фотонного и бета-излучений [патент США 5065031]. Дозиметр содержит четыре плоских детектора в виде таблеток. Детекторы закреплены в алюминиевой карте, помещенной в кассету (контейнер) из тефлона, который выполняет роль ограничителя бета-излучения. Каждая таблетка детектора имеет две противоположные друг другу круговых поверхности, воспринимающие измеряемые излучения. Круговые поверхности четырех детекторов, обращенные в сторону крышки кассеты, являются в рассматриваемом дозиметре основными поверхностями, к которым конструктивно установлен доступ определенных излучений за счет использования соответствующих фильтров. Другие, противоположные поверхности всех детекторов, находятся в одинаковых условиях относительно излучений окружающей среды, то есть защищены от их воздействия только слоем тефлона одинаковой толщины.

Над основной поверхностью первого детектора размещен фильтр в виде утолщенного слоя тефлона, что увеличивает ограничение доступа бета-излучения к первому детектору. Первый детектор выполнен из фторида лития  ${}^7\text{LiF:Mg,Ti}$  (ТЛД-700) и осуществляет функцию накопления поглощенной дозы от действующего в окружающей среде гамма-излучения и бета-излучения определенного уровня.

Над основной поверхностью второго детектора, также типа ТЛД-700, расположен фильтр, состоящий из слоя тефлона и слоя меди, что обеспечивает второму детектору осуществление функции накопления поглощенной дозы от действующего в окружающей среде гамма-излучения.

Над основной поверхностью третьего детектора типа ТЛД-700 отсутствует слой тефлона, она накрыта тонким слоем алюминия, что обеспечивает третьему детектору осуществление функции накопления поглощенной дозы от действующих в окружающей среде гамма- и бета-излучений.

Четвертый детектор выполнен из фторида лития  ${}^6\text{LiF:Mg,Ti}$  (ТЛД-600), чувствительного к нейтронному излучению в виде быстрых нейтронов за счет  $(n,\gamma)$  реакции, его основная поверхность накрыта фильтром из слоя тефлона, одинакового со слоем тефлона, расположенным над основной поверхностью первого детектора. Тем самым четвертый детектор осуществляет функцию накопления поглощенной дозы от действующих в окружающей среде нейтронного излучения, гамма-излучения и бета-излучения определенного уровня.

Таким образом, величина поглощенной дозы первого детектора характеризует уровень действующих в окружающей среде гамма-излучения и бета-излучения определенного уровня, величина поглощенной дозы второго детектора характеризует уровень действующего в окружающей среде гамма-излучения, величина поглощенной дозы третьего детектора характеризует уровень действующих в окружающей среде гамма- и бета-излучений, а величина поглощенной дозы четвертого детектора характеризует уровень действующих в окружающей среде быстрых нейтронов, гамма-излучения и бета-излучения определенного уровня.

В результате второй детектор отражает величину действующего в среде гамма-излучения, разница между величинами поглощенной дозы второго и третьего детекторов отражает величину действующего в среде бета-излучения, а разница между величинами поглощенной дозы первого и четвертого детекторов отражает величину действующего в среде нейтронного излучения.

Недостатком дозиметра является необходимость использования детекторов двух видов (ТЛД-700 и ТЛД-600), а также необходимость в использовании четырех детекторов, что усложняет конструкцию. Кроме того, материалы на основе фторида лития (LiF) обладают пониженной чувствительностью к рассматриваемым излучениям.

Прототипом предложенной полезной модели является термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях, состоящих из нейтронного и гамма-излучений [Radiation Measurements 2001 Volume 33, Issue 5, Pages 561-564, I.I. Milman et al, Dosimetry of mixed gamma-neutron fields using TLD-500K detectors based on anion-defective corundum]. Дозиметр содержит четыре плоских детектора типа ТЛД-500К (анион-дефектный корунд) в виде таблеток, закрепленных в отверстиях алюминиевой карты с помощью фторопластовой пленки. Конструктивно дозиметр выполнен в виде кассеты с крышкой. Карта с детекторами размещается в пластмассовой кассете, имеющей пластмассовую крышку, так что детекторы находятся между слоями пластмассы, выполняющей роль ограничителя бета-излучения. Таким образом, все четыре детектора подвергаются воздействию поступающего из окружающей среды гамма-излучения. Каждая таблетка детектора имеет две противоположных друг другу круговых поверхности, воспринимающие измеряемые излучения. Круговые поверхности четырех детекторов, обращенные в сторону крышки кассеты, являются в рассматриваемом дозиметре основными поверхностями, к которым, как ниже показано, конструктивно установлен доступ определенных излучений. В крышке кассеты размещены четыре медных фильтра и два фильтра из кадмия, расположенные так, что в собранной кассете медные фильтры помещаются над основными поверхностями всех четырех детекторов, а кадмиевые фильтры - над основными поверхностями третьего и четвертого детекторов. Противоположные поверхности всех детекторов находятся в одинаковых условиях относительно излучений окружающей среды, то есть защищены от их воздействия только слоем тефлона одинаковой толщины.

Медные фильтры обеспечивают выравнивание энергетической зависимости поглощенной всеми детекторами дозы гамма-излучения. Кадмиевые фильтры обеспечивают поглощение поступающих из окружающей среды тепловых нейтронов

и образование за счет ( $n,\gamma$ ) реакции дополнительного гамма-излучения, действующего на третий и четвертый детекторы.

Таким образом, первый и второй детекторы осуществляют функцию накопления поглощенной дозы от действующих в окружающей среде гамма-излучения. Третий и четвертый детекторы осуществляют функцию накопления поглощенной дозы от действующего в окружающей среде гамма-излучения и тепловых нейтронов.

Величина поглощенной дозы первого и второго детектора характеризует уровень действующего в окружающей среде гамма-излучения, а разница между величинами поглощенной дозы первого и третьего (или второго и четвертого) детекторов отражает величину действующего в среде излучения тепловых нейтронов.

Дополнительное размещение карты с детекторами внутри конструкции из полиэтилена высокого давления, так что между источником нейтронов и детекторами располагается требуемая масса полиэтилена высокого давления, обеспечивает замедление действующих в окружающей среде быстрых нейтронов, превращение их в тепловые нейтроны и соответствующее увеличение поглощенной дозы нейтронного излучения в третьем и четвертом детекторах за счет преобразования этих тепловых нейтронов кадмиевыми фильтрами в гамма-излучение. Это позволяет проводить более полное измерение поглощенной дозы нейтронного излучения, включающего как тепловые, так и быстрые нейтроны.

Недостатком этого известного дозиметра является отсутствие возможности измерения поглощенной дозы бета-излучения, что сужает область его использования и функциональные возможности.

Задачей полезной модели является расширение области ее использования и функциональных возможностей.

Поставленная задача решена четырьмя вариантами полезной модели.

Для решения поставленной задачи термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по первому варианту полезной модели, включающий три плоских детектора, изготовленных из термолюминесцентного материала в виде анион-дефектного корунда  $Al_2O_3:C$  и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличается тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по первому варианту отличается также тем, что в первом детекторе дополнительно осуществляется функция накопления поглощенной дозы быстрых нейтронов.

По второму варианту полезной модели термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, изготовленных из термолюминесцентного материала в виде анион-дефектного корунда  $Al_2O_3:C$  и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличается тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по третьему варианту, включающий три плоских детектора, выполненных из термолюминесцентного материала и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличается тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

Кроме того, термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по третьему варианту отличается тем, что в первом детекторе дополнительно осуществляется функция накопления поглощенной дозы быстрых нейтронов.

Наконец, термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по четвертому варианту, включающий три плоских

детектора, закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличается тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по третьему и четвертому вариантам полезной модели отличается также тем, что в качестве термолюминесцентного материала детекторов могут быть использованы материалы, взятые из ряда: допированный углеродом альфа-оксид алюминия  $Al_2O_3:C$ ; допированные фториды лития  $LiF:Mg,Ti$ ,  $LiF:Mg,Cu,P$ ,  $LiF:Mg,Ti$ ; допированные фториды кальция  $CaF_2:Dy$ ,  $CaF_2:Mn$ ; допированный тетраборат лития  $Li_2B_4O_7:Mn$ ; допированный сульфат кальция  $CaSO_4:Dy$ .

В предложенных дозиметрах по первому и третьему вариантам полезной модели, выполненных так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых нейтронов и гамма-излучения, во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, а в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения, обеспечивается получение следующих поглощенных доз:

- в первом детекторе - поглощенная доза от тепловых нейтронов и гамма-излучения;
- во втором детекторе - поглощенная гамма-излучения;
- в третьем детекторе - поглощенная доза гамма- и бета-излучения.

В результате становятся известными поглощенные дозы для каждого из трех упомянутых видов излучений. Показания второго детектора дают величину поглощенной дозы гамма-излучения. Разница показаний первого и второго детекторов дает величину поглощенной дозы тепловых нейтронов. Разница показаний второго и третьего детекторов дает величину поглощенной дозы бета-излучения.

В предложенных дозиметрах по второму и четвертому вариантам полезной модели, выполненных так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения, во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, а в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения, обеспечивается получение следующих поглощенных доз:

- в первом детекторе - поглощенная доза от тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения;
- во втором детекторе - поглощенная гамма-излучения;
- в третьем детекторе - поглощенная доза гамма- и бета-излучения.

В результате становятся известными поглощенные дозы для каждого из трех упомянутых видов излучений. Показания второго детектора дают величину поглощенной дозы гамма-излучения. Разница показаний первого и второго детекторов дает величину поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов. Разница показаний второго и третьего детекторов дает величину поглощенной дозы бета-излучения.

Особенностями вариантов полезной модели является то, что в первом и третьем вариантах обеспечивается измерение поглощенной дозы только от тепловых нейтронов, а во втором и четвертом вариантах обеспечивается одновременное измерение поглощенной дозы как от тепловых, так и от быстрых нейтронов.

Использование полезной модели по первому и третьему вариантам с приданием первому детектору дополнительной функции накопления поглощенной дозы быстрых нейтронов равноценно использованию полезной модели по второму и четвертому вариантам.

Использование в первом и втором вариантах полезной модели в качестве термолюминесцентного материала детекторов допированного углеродом альфа-оксида алюминия  $Al_2O_3:C$  обеспечивает повышенную чувствительность термолюминесцентного дозиметра.

Использование в третьем и четвертом вариантах полезной модели в качестве термолюминесцентного материала детекторов материалов, взятых из ряда - допированный углеродом альфа-оксид алюминия  $Al_2O_3:C$ ; допированные фториды лития  $LiF:Mg,Ti$ ,  $LiF:Mg,Cu,P$ ,  $LiF:Mg,Ti$ ; допированные фториды кальция  $CaF_2:Dy$ ,  $CaF_2:Mn$ ; допированный тетраборат лития  $Li_2B_4O_7:Mn$ ; допированный сульфат кальция  $CaSO_4:Dy$  - обеспечивает возможность создания термолюминесцентных

дозиметров, характеристики которых оптимально соответствуют требуемым условиям эксплуатации по федингу и диапазону поглощенных доз.

Обеспечение измерения с помощью предложенных полезных моделей четырех поглощенных доз видов излучений (двух видов нейтронного излучения, гамма- и бета-излучений) и обеспечение выбора материала термолюминесцентных детекторов расширяет область использования предложенных полезных моделей и их функциональные возможности. Предложенные варианты полезных моделей позволяют измерять поглощенные дозы указанных четырех видов излучений и определять их наличие в условиях различных комбинаций этих излучений в окружающем пространстве. Например, при отсутствии гамма-излучения второй детектор покажет отсутствие поглощенной дозы гамма-излучения, а первый и третий детекторы позволят измерить поглощенные дозы бета-излучения и нейтронного излучения. При отсутствии нейтронного излучения второй и третий детекторы обеспечат возможность измерения поглощенных доз гамма- и бета-излучения, а при отсутствии бета-излучения первый и второй детекторы позволяют получить данные о поглощенных дозах гамма-излучения и нейтронного излучения.

Единство предложенных четырех вариантов полезной модели обусловлено использованием в них одинакового отличительного признака (в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения) и получением одинакового технического результата (расширение области использования и функциональных возможностей).

Предложенные технические решения поясняются чертежами:

фиг. 1 - разрез кассеты термолюминесцентного дозиметра по первому и третьему вариантам полезной модели в сборе, включающей основание, карту и крышку;

фиг. 2 - вид сверху на основание кассеты дозиметра с установленной в ней картой, включающей детекторы;

фиг. 3 - разрез кассеты термолюминесцентного дозиметра, выполненного по второму и четвертому вариантам полезной модели;

фиг. 4 - разрез кассеты термолюминесцентного дозиметра по второму и четвертому вариантам в других исполнениях.

Термолюминесцентный дозиметр по первому и третьему вариантам полезной модели (фиг. 1, 2) для контроля поглощенной дозы в смешанных полях, состоящих из нейтронного излучения, бета- и гамма-излучений, включает три плоских детектора (1, 2, 3), выполненных из термолюминесцентного материала, в частности, из допированного углеродом альфа-оксида алюминия  $Al_2O_3:C$  (анион-дефектного корунда ТЛД-500К, ТУ 2655-006-02069208-95) в виде таблеток, закрепленных в сквозных отверстиях алюминиевой карты 4. Прямоугольная в плане карта 4 размещается в углублении основания 5, имеющего форму и размеры, соответствующие форме и размерам карты 4. Для правильного размещения карты 4 в основании 5 они имеют геометрический ключ 6 в виде изменения одного из углов карты 4 и углубления 5. Термолюминесцентный дозиметр содержит также крышку 7, на внутренней поверхности которой закреплены фильтры 8, 9, 10 и 11, расположенные так, что в собранном дозиметре они находятся над детекторами 1, 2 и 3. Выравнивающие фильтры 8, 9 и 10 выполнены из меди. Фильтр 8 расположен над первым детектором 1, фильтр 9 - над вторым детектором 2, а фильтр 10 - над третьим детектором 3. Фильтр 11 выполнен из кадмия и расположен над фильтром 10 и первым детектором 1. Кроме того, в основании 5 закреплен еще один фильтр 12 из кадмия, расположенный под первым детектором 1.

На внешней поверхности крышки 7 расположены полусферические выступы 13, 14 и 15. Полусферические выступы 13 и 14 выполнены сплошными. Выступ 13 расположен над первым детектором 1 и фильтрами 8, 11, а выступ 14 размещен над вторым детектором 2 и фильтром 9. Полусферический выступ 15 имеет полусферической формы полость 16 и размещен над третьим детектором 3 и фильтром 10.

Выравнивающие медные фильтры 8, 9 и 10 обеспечивают необходимую энергетическую и угловую зависимости чувствительности детекторов 1, 2 и 3. Основание 4 и крышка 7 выполнены из материала, обеспечивающего поглощение бета-излучения, но пропускающего гамма-излучение, например, из тефлона.

Полусферические выступы 13 и 14 обеспечивают эффективную толщину тефлона на первым (1) и вторым (2) детекторами величиной  $1000 \text{ мг/см}^2$ . При этом первый и второй детекторы защищены от бета-излучения, но на них действует гамма излучение окружающей среды. Расположенные над и под первым детектором 1 фильтры 11, 12 из кадмия обеспечивают поглощение в кадмии поступающих из окружающей среды тепловых нейтронов и образование дополнительного гамма-излучения от тепловых

нейтронов, действующего на первый детектор 1. Полусферический выступ 15 с полостью 16 обеспечивает эффективную толщину тефлона над третьим детектором 3 величиной  $100 \text{ мг/см}^2$ , так что на третий детектор 3 действуют бета- и гамма-излучения окружающей среды.

Таким образом, на первый детектор 1 действует гамма излучение окружающей среды и дополнительное гамма-излучение от тепловых нейтронов, то есть, в нем осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых нейтронов и гамма-излучения. На второй детектор 2 действует только гамма излучение окружающей среды, то есть, в нем осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения. На третий детектор 3 действуют бета- и гамма-излучения окружающей среды, то есть, в нем осуществляется функция накопления поглощенной дозы бета- и гамма-излучений.

Термолюминесцентный дозиметр по второму и четвертому вариантам выполнения (фиг.3, 4) для контроля поглощенной дозы в смешанных полях, состоящих из нейтронного излучения, бета- и гамма-излучений, также включает три плоских детектора (1, 2, 3) из термолюминесцентного материала, в частности, из анион-дефектного корунда (ТЛД-500К, ТУ 2655-006-02069208-95) в виде таблеток, закрепленных в сквозных отверстиях алюминиевой карты 4. Карта 4 размещается в углублении основания 5. Дозиметр содержит крышку 7 с фильтрами 8, 9, 10 и 11, расположенными в собранном дозиметре над детекторами 1, 2 и 3. Медные выравнивающие фильтры 8, 9 и 10 расположены над детекторами 1÷3. Фильтр 11 из кадмия расположен над фильтром 10 и первым детектором 1, в основании 5 закреплен фильтр 12 из кадмия, расположенный также под первым детектором 1. Сплошные сферические выступы 13 и 14 расположены над первым (1) и вторым (2) детекторами, полый сферический выступ 15 размещен над третьим детектором 3. Основание 4 и крышка 7 выполнены из материала, обеспечивающего поглощение бета-излучения и пропускающего гамма-излучение, в частности, из тефлона.

Полусферические выступы 13 и 14 обеспечивают эффективную толщину тефлона на первым (1) и вторым (2) детекторами величиной  $1000 \text{ мг/см}^2$ . Полусферический выступ 15 с полостью 16 обеспечивает эффективную толщину тефлона над третьим детектором 3 величиной  $100 \text{ мг/см}^2$ .

Расположенные над и под первым детектором 1 фильтры 11, 12 из кадмия обеспечивают поглощение в кадмии поступающих в него тепловых нейтронов и образование дополнительного гамма-излучения, действующего на первый детектор 1. Кроме того, над первым детектором 1 расположен полусферический выступ 17, выполненный из материала, замедляющего поступающие из окружающей среды быстрые нейтроны, то есть, преобразующего быстрые нейтроны в тепловые нейтроны, которые, в свою очередь, поступают в кадмиевый фильтр 11 с образованием в нем другого дополнительного гамма-излучения, действующего также на первый детектор 1. Полусферический выступ 17, выполненный из полиэтилена высокого давления, имеет диаметр размером  $4\div 5 \text{ см}$ .

Полусферический выступ 17 над детектором 1, замедляющий быстрые нейтроны, может быть расположен так, что он частично накрывает полусферический выступ 14, размещенный над детектором 2 (фиг.3) или так, что выступ 17 накрывает только выступ 13 над детектором 1 (фиг.4). Расположение на карте 7 полусферического выступа 17 с частичным покрытием полусферического выступа 14 обеспечивает уменьшение размеров карты 7 и кассеты дозиметра. Замедляющий быстрые нейтроны выступ 17 над детектором 1 может иметь форму прямоугольной в разрезе пластины (пунктир 18 на фиг.4) толщиной  $4\div 5 \text{ см}$ . В плане пластина 18 имеет размер не менее  $4 \times 4 \text{ см}$  и может иметь форму крышки 7 кассеты дозиметра. При необходимости, например, для увеличения чувствительности первого детектора 1 к быстрым нейтронам, выступы в форме полусферы или пластины, замедляющие быстрые нейтроны, могут быть расположены под первым детектором 1 и закреплены на внешней поверхности основания 5 (пунктиры 19, 20 на фиг.4). Выступы 17, 18, 19, 20 могут быть закреплены на крышке 7 и основании 5 с помощью клея или выполнены как одно целое, соответственно, с крышкой 7 или основанием 5 дозиметра.

Используемый для изготовления выступов 17 и 18 материал, кроме замедления быстрых нейтронов, должен пропускать гамма-излучение и не пропускать бета-излучение. В качестве такого материала могут быть использованы тефлон, полиэтилен высокого давления, полистирол, фторопласты и другие водородосодержащие материалы.

В соответствии с вышеописанным, в термолюминесцентном дозиметре по второму и четвертому вариантам полезной модели (фиг.3, 4) на первый детектор 1 действует гамма излучение окружающей среды и дополнительное гамма-излучение,



обусловленное как тепловыми нейтронами, так и быстрыми нейтронами окружающей среды, то есть, в нем осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения. На второй детектор 2 действует только гамма излучение окружающей среды, то есть, в нем осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения. На третий детектор 3 действуют бета- и гамма-излучения окружающей среды, то есть, в нем осуществляется функция накопления поглощенной дозы бета- и гамма-излучений.

В первом и втором вариантах полезной модели круглые в плане таблетки детекторов 1÷3 из анион-дефектного корунда  $Al_2O_3:C$  имеют диаметр 5 мм, толщину 1 мм. В третьем и четвертом вариантах предложенного устройства в качестве материала детекторов 1÷3 могут быть использованы также допированные фториды лития, в частности,  $LiF:Mg,Ti$  (ТЛД-100),  $LiF:Mg,Cu,P$  (ТЛД-100Н),  $LiF:Mg,Ti$  (ТЛД-700); допированные фториды кальция  $CaF_2:Dy$  (ТЛД -200),  $CaF_2:Mn$  (ТЛД-400); допированный тетраборат лития  $Li_2B_4O_7:Mn$  (ТЛД-800); допированный сульфат кальция  $CaSO_4:Dy$  (ТЛД-900). Выбор того или иного материала детектора обусловлен требованиями, предъявляемыми к термолюминесцентному дозиметру при его разработке, в частности, по чувствительности к излучениям, федингу, диапазону поглощенных доз [В.С.Кортов, И.И.Мильман, С.В.Никифоров. Твердотельная дозиметрия, Известия Томского политехнического университета. 2000. Т.303. Вып. 2. с.35-45, таблица на стр.41]. При этом возможно применение одного из указанных термолюминесцентных материалов для всех детекторов 1+3. Возможно также изготовление детекторов из разных термолюминесцентных материалов. Например, первый детектор (1) выполнен из анион-дефектного корунда  $Al_2O_3:C$ , второй и третий детекторы (2, 3) - из фторида лития  $LiF:Mg,Ti$ .

Во всех вариантах полезной модели на фиг.1-4 фильтры 8÷11 выполнены в виде круглых в плане плоских дисков и имеют диаметр 6 мм, толщину - 0,3 мм. Однако, таблетки детекторов и фильтры могут иметь в плане разную форму (диск, квадрат, прямоугольник). Выравнивающие фильтры 8÷10 могут быть выполнены также из латуни или алюминия. Фильтры 11,12 могут быть выполнены из материалов, обладающих способностью к поглощению тепловых нейтронов с образованием гамма-излучения, в частности, из цинка ( $^{68}Zn$ ), марганца ( $^{55}Mn$ ), а также из лантаноидов, например, из гадолиния, диспрозия. Для повышения чувствительности первого детектора 1 к тепловым нейтронам боковая поверхность таблетки этого детектора также может быть накрыта кадмием или другим соответствующим материалом, однако, работоспособность термолюминесцентного дозиметра может быть обеспечена и при отсутствии в конструкции дозиметра одного из фильтров 11 или 12 (на чертежах не показано).

Во всех вариантах полезной модели карта 4 может быть выполнена также из стали, меди, пластмассы, керамики. Основание 5 и крышка 7 могут быть выполнены из других материалов (веществ с малыми атомными номерами), поглощающих бета-излучение, например, из плексигласа, оргстекла, полистирола, пластмасс, алюминия. При этом минимальные достаточные толщины материала составляют: для металлов - 0,1÷0,2 мм, для диэлектриков - 3÷5 мм. Таблетки детекторов 1÷3 могут быть закреплены в карте 4, выполненной в виде двух наложенных друг на друга и скрепленных между собой слоев материала, например, с помощью двух слоев фторопластовой пленки. При этом указанные детекторы размещены в совпадающих сквозных отверстиях слоев материала карты между слоями фторопластовой пленки, которые, в свою очередь, размещены между слоями материала карты 4 (на чертежах не показано). Основание 5 и крышка 7 являются кассетой дозиметра, в которой размещается карта 4 с детекторами 1÷3. Детекторы могут быть размещены в кассете не только в один ряд, как показано на фигурах 1÷4, но и, например, в углах воображаемого треугольника. В кассете может быть размещено требуемое количество детекторов, например, шесть детекторов (два первых детектора 1, два вторых детектора 2, два третьих детектора 3). Расстояния между детекторами могут быть разными, например, в зависимости от необходимости обеспечения требуемой равномерности облучения того или иного детектора и конструктивных соображений. Кассета и ее крышка 7 могут иметь в плане различную форму (например, многоугольника, круга). Кассета индивидуального дозиметра может быть снабжена средством для фиксации ее на аксессуарах одежды и/или на предметах постоянного пользования.

Полезная модель работает и используется следующим образом.

Находящиеся в смешанном поле радиации второй и третий детекторы 2 и 3 (фиг. 1÷4) термолюминесцентного дозиметра по всем вариантам полезной модели

подвергаются воздействию соответствующих излучений. На третий детектор 3 действуют гамма- и бета-излучения окружающей среды, в нем накапливается поглощенная доза, соответствующая сумме поглощенных доз этих видов излучений окружающей среды. На второй детектор 2 воздействует только гамма-излучение окружающей среды, так что в нем накапливается поглощенная доза гамма-излучения окружающей среды.

Первый детектор 1 в термолюминесцентном дозиметре по первому и третьему вариантам полезной модели (фиг.1) подвергается воздействию гамма-излучения окружающей среды, а также воздействию дополнительной дозы гамма-излучения, обусловленной тепловыми нейтронами окружающей среды. То есть, в первом детекторе по первому варианту дозиметра накапливается поглощенная доза, соответствующая сумме дозы от гамма-излучения окружающей среды и дозы, соответствующей излучению тепловых нейтронов окружающей среды.

В термолюминесцентном дозиметре по второму и четвертому вариантам полезной модели (фиг.3, 4) первый детектор 1 подвергается воздействию гамма-излучения окружающей среды, а также воздействию дополнительных доз гамма-излучения, одна из которых обусловлена тепловыми нейтронами окружающей среды, другая - быстрыми нейтронами окружающей среды. То есть, в первом детекторе накапливается поглощенная доза, соответствующая сумме дозы от гамма-излучения окружающей среды и дозы, соответствующей излучению тепловых и быстрых нейтронов окружающей среды.

Определение величин доз, поглощенных детекторами 1÷3, производится с помощью термолюминесцентных дозиметрических систем, например, типа «САПФИР-001» (ТУ 4362-005-02069208-95) или ДТУ-01М (ТУ 4362-182-73418598-04), подключаемых к персональному компьютеру с соответствующим программным обеспечением, а также импортные считыватели фирм Harshow и Risø. Карта с детекторами 1÷3 вставляется в загрузочное устройство дозиметрической системы и производится измерение и обработка полученных данных о величинах поглощенных доз детекторов.

По результатам измерения становятся известными величины поглощенных доз: в первом детекторе 1 - поглощенная доза от тепловых нейтронов или от тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения; во втором детекторе 2 - поглощенная гамма-излучения; в третьем детекторе 3 - поглощенная доза гамма- и бета-излучения. Показания второго детектора (2) дают величину поглощенной дозы гамма-излучения. Разница показаний второго и третьего детекторов (2, 3) дает величину поглощенной дозы бета-излучения. Разница показаний первого и второго детекторов (1, 2) дает величину поглощенной дозы тепловых нейтронов в дозиметре по первому и третьему вариантам и величину поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов в дозиметре по второму и четвертому вариантам.

#### Формула полезной модели

1. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, изготовленных из термолюминесцентного материала в виде анион-дефектного корунда  $Al_2O_3:C$  и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличающийся тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

2. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по п.1, отличающийся тем, что в первом детекторе дополнительно осуществляется функция накопления поглощенной дозы быстрых нейтронов.

3. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, изготовленных из термолюминесцентного материала в виде анион-дефектного корунда  $Al_2O_3:C$  и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличающийся тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

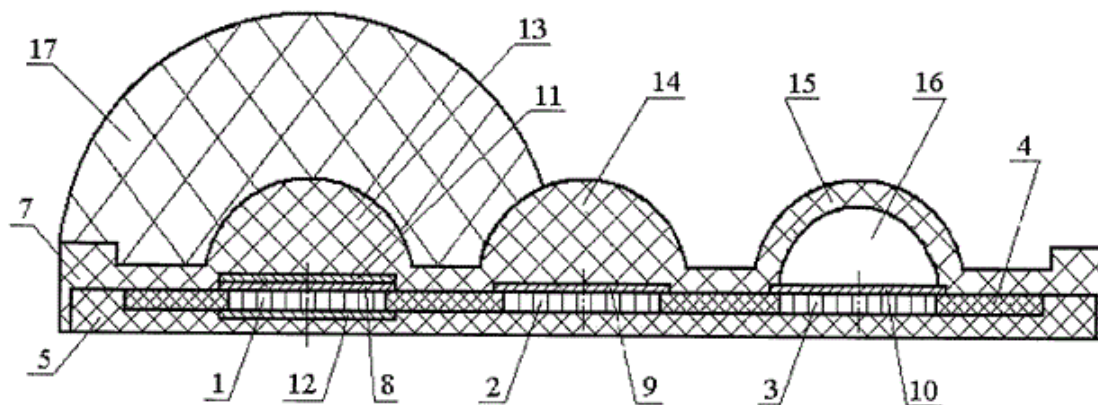
4. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, выполненных из термолюминесцентного материала и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличающийся тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

5. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по п.4, отличающийся тем, что в качестве термолюминесцентного материала детекторов могут быть использованы материалы, взятые из ряда: допированный углеродом альфа-оксид алюминия  $Al_2O_3:C$ ; допированные фториды лития  $LiF:Mg, Ti$ ,  $LiF:Mg, Cu, P$ ,  $LiF:Mg, Ti$ ; допированные фториды кальция  $CaF_2:Dy$ ,  $CaF_2:Mn$ ; допированный тетраборат лития  $Li_2B_4O_7:Mn$ ; допированный сульфат кальция  $CaSO_4:Dy$ .

6. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по пп.4 и 5, отличающийся тем, что в первом детекторе дополнительно осуществляется функция накопления поглощенной дозы быстрых нейтронов.

7. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличающийся тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

8. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по п.7, отличающийся тем, что в качестве термолюминесцентного материала детекторов могут быть использованы материалы, взятые из ряда: допированный углеродом альфа-оксид алюминия  $Al_2O_3:C$ ; допированные фториды лития  $LiF:Mg, Ti$ ,  $LiF:Mg, Cu, P$ ,  $LiF:Mg, Ti$ ; допированные фториды кальция  $CaF_2:Dy$ ,  $CaF_2:Mn$ ; допированный тетраборат лития  $Li_2B_4O_7:Mn$ ; допированный сульфат кальция  $CaSO_4:Dy$ .

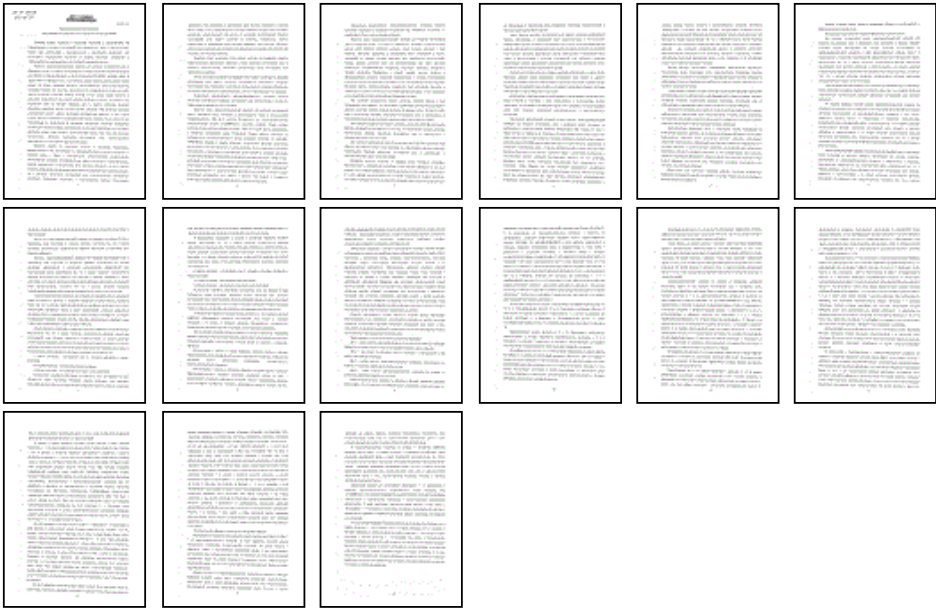


#### ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

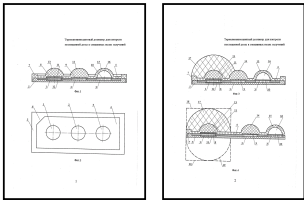
Реферат:



Описание:



Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

**ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **11.06.2012**

Дата публикации: [10.04.2013](#)